نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص ۱۱۶۸-۱۱۵۱

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1151-1168

ارزیابی ویژگی‌های کمّی و کیفی برنج (*Oryza sativa* L.) رقم طارم هاشمی در سامانه‌های زراعی متداول، کم‌نهاده و ارگانیک در استان مازندران

رحمان عرفانی[1*]، همت‌اله پیردشتی[2]، رحمت عباسی[3] و محمدزمان نوری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۰

عرفانی، ر.، پیردشتی، ه.ا.، عباسی، ر.، و نوری، م.ز. ۱۳۹۸. ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی برنج رقم طارم هاشمی در سامانه‌های زراعی متداول، کم‌نهاده و ارگانیک در استان مازندران. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱ (۳): ۱۱۶۸-۱۱۵۱.

چکیده

با توجه به نوپا بودن کشت ارگانیک برنج در استان مازندران و وجود پتانسیل‌های فراوان جهت‌گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی ارگانیک، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های کمّی و کیفی برنج (*Oryza sativa* L.) در سامانه‌های مختلف زراعی متداول، کم‌نهاده و ارگانیک طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در سه منطقه مختلف استان مازندران (شهرستان بابل، فریدونکنار و آمل) اجرا شد. برای سامانه‌های زراعی ارگانیک، کم‌نهاده و متداول به‌ترتیب، سه، چهار و شش مزرعه در این شهرها انتخاب شدند. مزارع انتخابی حداقل طی سه سال گذشته از همان سامانه زراعی مشابه استفاده کرده بودند. در سامانه زراعی ارگانیک، از کود مرغی و کودهای زیستی شامل: ازتوباکتر و بارور۲ و جهت مبارزه با آفات و بیماری از زنبور تریکوگراما، فرمون‌های جنسی، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌های زیستی استفاده شد. در سامانه زراعی کم‌نهاده، نهاده‌های خارجی تولید، مانند کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها در مقایسه با کشت متداول به حداقل رسانده شد. نتایج نشان داد که در دو منطقه بابل و آمل، سامانه زراعی متداول و کم‌نهاده عملکرد دانه بیش‌تری در مقایسه با ارگانیک داشتند. در بین سه منطقه نیز بالاترین عملکرد دانه (۴۹۷۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیستی (۸۵۳۲/۳۳ کیلوگرم در هکتار) گیاه در منطقه فریدونکنار و در سامانه کم‌نهاده به‌دست آمد. این مقدار عملکرد به‌ترتیب ۴/۷۳ و ۲/۸۰ درصد و ۲۹/۹۰ و ۲۹/۱۲ درصد از دو سامانه متداول و ارگانیک بیش‌تر بود. از نظر صفات کیفی نیز علی‌رغم درصد بالاتر پروتئین دانه در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب (۶/۲۷ و ۴/۰۱ درصد) در کشت متداول، بیش‌ترین راندمان تبدیل (۶۸/۰۵ و ۶۹/۰۵ درصد) و برنج کامل (۶۴/۷۰ درصد)، طول دانه پس از پخت (۱۳/۴۶ میلی‌متر)، کم‌ترین درصد پوسته نیز در سال‌های ۱۳۹۴ و ۹۵ به‌ترتیب (۲۲/۴۷ و ۲۱/۸۶ درصد)، سبوس (۹/۴۷ و ۹/۰۸ درصد) و برنج خرده (۴/۰۰ و ۲/۱۴ درصد) در کشت ارگانیک حاصل شد. بنابراین کشت کم‌نهاده از نظر کمیت تولید و مصرف کم‌تر نهاده‌های شیمیایی، سامانه زراعی مناسب‌تری شناخته شد، ولی از نظر کیفی و به‌ویژه راندمان تبدیل، کشت ارگانیک بهتر از دو سامانه زراعی دیگر بود. با این‌حال در شرایط فعلی و با در نظر گرفتن عملکرد دانه و نیز کیفیت محصول به‌دست آمده می‌توان سامانه زراعی کم‌نهاده را به‌کشاورزان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آمیلوز، راندمان تبدیل، کود زیستی، کود شیمیایی

مقدمه

در طول ۱۵ سال گذشته، کشت ارگانیک برنج (*Oryza sativa* L.) در بعضی از قسمت‌های جهان انجام شده است، امّا علی‌رغم

۱- به‌ترتیب دانشجوی دکتری سابق دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و استادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، آمل، ایران
۲ و ۳- به‌ترتیب استاد و استادیار دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- استادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، آمل، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: r_erfani2002@yahoo.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.71872

تحقیقات زیاد، سیاست‌گذاری و توجه عمومی، تنها قسمت کوچکی از کل زمین‌های کشاورزی به کشت ارگانیک اختصاص یافته است (De Ponti et al., 2012). با توجه به اثر مخرب زیست‌محیطی کشاورزی متداول که ناشی از مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی است، روز به روز بر اهمیت توجه به کشاورزی جایگزین افزوده می‌شود. یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای آلی در اکوسیستم-های زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است (Sangeetha et al., 2013). هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریع‌ترین راه برای تأمین حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود، امّا هزینه زیاد مصرف این‌گونه کودها، همراه با آلودگی‌های زیست-محیطی ناشی از آن، نگران‌کننده است (Moslehi et al., 2016).

به‌منظور اصلاح ساختار نظام‌های بهره‌برداری موجود و رهایی از وضعیت ناپایداری، راهبرد توسعه پایدار کشاورزی می‌تواند پاسخی مناسب برای حل مشکلات فعلی کشاورزان در این ارتباط باشد. مرور جامع روی بیش از ۱۰۰ تحقیق برای مقایسه کشاورزی ارگانیک و متداول نشان داد که عملکرد ارگانیک بیش‌تر از مقداری است که قبلاً تصور می‌شده است (Gharieb et al., 2016; Surekha et al., 2013). تحقیقات انجام شده در دانشگاه کالیفرنیا نشان داد که اجرای عملیات خاص در مزرعه ارگانیک باعث کم شدن فاصله بین تولید در دو روش می‌گردد (Tzilivakis et al., 2005). از نظر مقایسه عملکرد سامانه‌های زراعی ارگانیک و متداول، محققین بر این باورند که با توجه به پیش‌بینی افزایش نیاز غذایی در ۵۰ سال آینده ضرورت دارد توجه بیش‌تری به کشاورزی ارگانیک گردد. چرا که درکنار تأثیر محیطی کشاورزی صنعتی قابلیت کودهای شیمیایی برای افزایش محصول در حال کاهش است (Srivastava et al., 2009). تحقیقات نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری در تحقیقات اگرواکولوژیکی برای بهبود مدیریت ارگانیک و اصلاح ارقام برای سامانه ارگانیک موجب کاهش فاصله عملکردی و حتی حذف این فاصله عملکردی برای برخی محصولات یا مناطق می‌گردد (Lauren et al., 2014).

برنج یکی از مهم‌ترین غلات است که در نقاط مختلف دنیا کشت می‌شود به همین منظور توجه به خصوصیات کیفی آن با تکیه بر افزایش عملکرد امروزه در رأس سیاست‌گذاری‌های تولید برنج قرار می‌گیرد (Gharieb et al., 2016)، امّا خصوصیات کیفی دانه برنج از لحاظ کیفیت پخت و تغذیه‌ای تحت تأثیر متغیرهای زیادی است (Li et al., 2003). درصد آمیلوز، مقدار و نوع پروتئین موجود در برنج از مهم‌ترین عواملی هستند که بر کیفیت پخت و هم‌چنین کیفیت تغذیه‌ای مؤثر است. میزان آمیلوز در دانه برنج درجه نرمی یا سفتی دانه را بعد از پخت مشخص می‌کند. ارقام برنج دارای آمیلوز بالا بعد از پخت، خشک و جدا از هم باقی مانده و پس از سرد شدن سخت می‌گردند، امّا دانه‌های دارای آمیلوز پایین بعد از پخت نرم، لعاب‌دار و چسبناک می‌شوند (Jing & Kaffman, 1979). ارقامی که دارای آمیلوز بین ۲۵–۲۰ درصد باشند، برنج آن‌ها بعد از پخت و سرد شدن نرم مانده که بیانگر کیفیت عالی پخت است (Rahim Soroush, 1995). هم‌چنین دمای آبی که در آن گرانول‌های نشاسته شروع به انبساط غیرقابل برگشت می‌کنند، تحت عنوان درجه ژلاتینی شدن نیز بر کیفیت پخت مؤثر است (Damardjati et al., 1988; Juliano et al., 1972). برنج‌هایی که در دمای بالاتری ژلاتینه می‌شوند به آب و زمان بیش‌تری برای پخت نیاز دارند، بنابراین ژلاتینه شدن نسبت عکس با زمان لازم برای پخت دارد، البته ارقام برنج با آمیلوز یکسان می‌توانند درجه ژلاتینه شدن متفاوتی داشته باشند (Juliano et al., 1972). از دیگر عواملی که بر خصوصیات کیفی برنج مؤثر است، مقدار پروتئین دانه است که علاوه بر ارزش تغذیه‌ای، بر کیفیت پخت هم تأثیرگذار است (Damardjati et al., 1988). میزان و کیفیت آن هم تحت تأثیر متغیرهای زیادی از جمله مقدار مصرف کود، نوع کود مصرفی، طول دوره رشد، مقدار اسیدیته خاک و زمان افزودن کود به زمین متغیر است (Juliano et al., 1972). اسریواستاوا و همکاران (Srivastava et al., 2009) دریافتند که استفاده از کود آلی، موجب افزایش خصوصیات کیفی دانه برنج و هم‌چنین عملکرد دانه شد. نیتروژن برای برنج ضروری بوده و محدودکننده‌ترین عنصر تغذیه‌ای در مناطق غرقابی تولید برنج در سراسر جهان می‌باشد (Samonte et al., 2006).

با توجه به نوپا بودن کشت ارگانیک برنج در استان مازندران و وجود پتانسیل‌های فراوان جهت‌گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی ارگانیک پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی برنج در سامانه‌های مختلف زراعی متداول، کم‌نهاده و ارگانیک طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر سه سامانه زراعی شامل متداول، کم‌نهاده و ارگانیک برای کشت رقم طارم هاشمی طی سال‌های ۱۳۹۴و ۱۳۹۵

در سه منطقه آمل، بابل و فریدونکنار که از مناطق عمده شالیزاری استان مازندران هستند مورد مقایسه قرار گرفتند. برای سامانه‌های زراعی ارگانیک، کم‌نهاده و متداول به‌ترتیب، سه، چهار و شش مزرعه در این شهرها انتخاب شدند. مزارع انتخابی حداقل طی سه سال گذشته از همان سامانه زراعی مشابه استفاده کرده بودند. در سامانه زراعی ارگانیک، از کود مرغی و کودهای زیستی شامل: *ازتوباکتر* و بارور ۲ و جهت مبارزه با آفات و بیماری‌ها از زنبور تریکوگراما، فرمون‌های جنسی، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌های زیستی استفاده شد. هم‌چنین وجین علف‌های هرز در سامانه زراعی ارگانیک به‌صورت دستی انجام شد. هم‌چنین در سامانه زراعی کم‌نهاده، نهاده‌های خارجی تولید، مانند کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها در مقایسه با کشت متداول به حداقل رسانده شد. در ابتدای فصل زراعی توجیهات لازم با کشاورزان صورت پذیرفت و کلیه عملیات از زمان آماده‌سازی زمین اصلی و خزانه، بذرپاشی و نشاءکاری و عملیات داشت تا برداشت، کودپاشی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها بر اساس دستورالعمل و با نظارت انجام شد. ضمناً کلیه فعالیت‌های انجام شده در مزرعه کشاورزان به‌طور مرتب یادداشت برداری و مورد ارزیابی قرارگرفت. داده‌های هواشناسی در مناطق مذکور براساس آمار هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی مربوطه به آن منطقه، یعنی ایستگاه‌های آمل، قائم‌شهر (قراخیل) و بابلسر طی دو سال جمع آوری گردید (جدول ۱). در هر سامانه زراعی و هر منطقه، صفات زراعی تعداد پنجه، درصد دانه پر، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و میزان کاه و کلش در سه تکرار اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- شرایط آب‌وهوایی مناطق مورد نمونه‌برداری

Table 1- Weather conditions of sampled areas

	دما Temperature (°C)											
	فروردین March		اردیبهشت April		خرداد May		تیر June		مرداد July		شهریور August	
منطقه Region	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
آمل Amol	13.9	14.7	19.4	20.6	25.2	23.8	27.1	26.5	27.9	27.8	25.0	26.3
بابل Babol	13.5	14.5	18.8	20.3	25.5	23.8	27.2	26.5	28.2	27.6	24.7	26.4
فریدونکنار FereydunKenar	13.7	14.9	18.6	20.1	25.3	23.8	27.5	26.7	28.0	28.0	25.2	26.7
	بارندگی Rainfall (mm)											
منطقه Region												
آمل Amol	14.3	99.3	9.8	41.4	0.1	24.6	57.2	39.6	33.1	11.4	78.9	88.5
بابل Babol	18.3	90.8	10.6	35.1	8.7	61.6	70.3	37.8	8.4	29.0	84.9	60.2
فریدونکنار FereydunKenar	11.5	71.4	0.1	20.6	0.1	49.6	111.5	111.2	33.0	48.1	209.4	60.3

جهت اندازه‌گیری خصوصیات کیفی، نمونه‌های ۵۰۰ گرمی از هر سامانه زراعی به آزمایشگاه تعیین کیفیت بذر مؤسسه تحقیقات برنج کشور (معاونت مازندران- آمل) ارسال و صفات کیفی فیزیکی نظیر راندمان تبدیل، درصد پوسته، درصد سبوس، درجه سفیدی جرمی، درصد برنج کامل، درصد برنج خرده، طول دانه قبل از پخت، طول دانه بعد از پخت و آزمون‌های کیفی شیمیایی شامل درصد آمیلوز و

درجه حرارت ژلاتینه شدن و مقدار پروتئین تعیین شدند. برای اندازه‌گیری راندمان تبدیل، ابتدا کاه و کلش و ضایعات و مواد خارجی نمونه را پاک کرده و ۲۵۰ گرم از نمونه را وزن کرده و توسط دستگاه پوست‌کن شلتوک (Satake THU 35B, Japan) به برنج قهوه‌ای تبدیل و وزن برنج قهوه‌ای محاسبه شد. سپس برنج قهوه‌ای توسط دستگاه سفیدکن (Satake, Japan) به برنج سفید تبدیل شد. برای جلوگیری از شکستگی بیش‌تر، برنج سفید بتدریج سرد و بعد از آن توزین و توسط الک، برنج کامل و شکسته جدا وزن شدند. برنج شکسته یا خرده برنجی که نسبت شکستگی در آن یک چهارم و یا کم‌تر بود به‌عنوان برنج کامل محاسبه گردید (Juliano & Bechtel., 1985). سپس، درصد پوسته (معادله ۱)، راندمان تبدیل (معادله ۲)، درصد سبوس (معادله ۳)، درجه سفیدی (معادله ۴) و درصد برنج کامل (معادله ۵) محاسبه شدند.

$$\text{درصد پوسته} = \frac{\text{وزن پوسته}}{\text{وزن شلتوک}} \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۱)}$$

$$\text{راندمان تبدیل} = \frac{\text{وزن کل برنج سفید}}{\text{وزن شلتوک}} \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۲)}$$

$$\text{درصد سبوس} = \frac{\text{وزن سبوس}}{\text{وزن شلتوک}} \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۳)}$$

$$\text{درجه سفیدی} = \frac{\text{وزن برنج سفید}}{\text{وزن برنج قهوه ای}} \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۴)}$$

$$\text{درصد برنج کامل} = \frac{\text{وزن برنج کامل}}{\text{وزن شلتوک}} \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۵)}$$

برای محاسبه طول دانه از دستگاه تصویربردار (Photographic enlarger) استفاده شد و طول ۱۰ دانه برنج توسط آن اندازه‌گیری گردید و میانگین طول آن‌ها با استفاده از استانداردهای بین‌المللی مورد مقایسه قرار گرفت (Juliano & Bechtel., 1985). برای تعیین میزان آمیلوز از اسپکتروفتومتر (Spectronic 20 4001, USA Genesys) و برای تعیین درجه حرارت ژلاتینه شدن از روش لیتل و دیسون استفاده شد. هم‌چنین میزان پروتئین با کمک روش کجلدال محاسبه شد (AOAC, 1990). داده‌ها توسط نرم‌افزار Excel پردازش گردید. یکنواختی واریانس با آزمون بارتلت، تجزیه مرکب با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت پذیرفت. هم‌چنین مقایسه میانگین داده‌های آزمایش با استفاده از آزمون LSD در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

براساس تجزیه و تحلیل میانگین مربعات صفات مورد مطالعه (جدول ۲)، اثر اصلی سال در صفات عملکرد دانه (P<۰/۰۱) و اثر منطقه در تمام صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد به‌جز عملکرد دانه و هم‌چنین برهم‌کنش سال و منطقه نیز در تعداد پنجه و درصد دانه پر (P<۰/۰۱) معنی‌دار بود. در بین سامانه‌های زراعی نیز از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌جز درصد دانه پر تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) مشاهده شد، ولی برهمکنش آن با سال در هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. بین سامانه‌های زراعی و منطقه در تمامی صفات برهم‌کنش معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل سامانه زراعی، سال و منطقه بر هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهم‌کنش منطقه و سامانه‌های زراعی (جدول ۳) نشان داد که تعداد پنجه در هر سه منطقه مورد مطالعه (آمل، بابل و فریدونکنار)، در سامانه زراعی کم‌نهاده نسبت به سامانه‌های زراعی متداول بیش‌تر بود، هر چند در آمل و بابل با سامانه زراعی متداول در یک سطح آماری قرار داشت، ولی در فریدونکنار این تفاوت به حدود ۲۸ درصد رسید. تعداد پنجه در سامانه زراعی ارگانیک در هر سه منطقه مورد مطالعه نسبت به کشت متداول کاهش داشت، ولی با این‌حال کاهش آن تنها در منطقه آمل معنی‌دار بوده و کاهش ۱۱ درصدی داشت. بیش‌ترین تعداد پنجه در منطقه فریدونکنار و در سامانه کم‌نهاده و با تعداد ۱۷/۷۰ پنجه مشاهده شد. درصد دانه پر در مناطق مختلف عکس‌العمل متفاوتی نسبت به سامانه زراعی نشان داد، به‌طوری‌که در منطقه آمل سامانه زراعی ارگانیک، در بابل متداول و در فریدونکنار کم‌نهاده به‌ترتیب با ۹۲/۳۹، ۹۰/۹۵ و ۸۸/۸۱ درصد، بیش‌ترین درصد دانه پر را داشتند. هر چند که نسبت به سایر سامانه‌های زراعی نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. درصد دانه پر در منطقه فریدونکنار نسبت به دو منطقه دیگر کم‌تر بود (جدول ۳). این نتیجه را می‌توان با دمای هوای منطقه در دوره پر شدن دانه مرتبط دانست. چرا که، در منطقه فریدونکنار نسبت به مناطق آمل و بابل، به‌ویژه در سال دوم آزمایش، دوره پر شدن دانه با دمای بالاتری مواجه بوده است (جدول ۱). در دو منطقه آمل و بابل عملکرد دانه در سامانه زراعی کم‌نهاده تفاوت معنی‌داری نسبت به کشت متداول نداشت. در منطقه آمل کشت ارگانیک نسبت به کشت متداول و کم‌نهاده به‌ترتیب حدود ۱۵ و ۱۱ درصد و در منطقه بابل حدود ۲۳ و ۲۱ درصد عملکرد کم‌تری داشت.

جدول ۲- میانگین مربعات اثر سال، منطقه و سامانه زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم (طارم هاشمی)
Table 2- Mean squares of the effect of year, region and agricultural system on yield and yield components of rice variety (Tarom Hashemi)

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد پنجه در بوته Number of tillers per plant	درصد دانه پر Percentage of filled grain	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه و کلش Straw yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield
سال Year	1	0.26	26.32	257646.30**	357704.17	8189.35
منطقه Region	2	11.62**	136.52**	20438.17	3078312.67**	2598945.57**
Y× R	2	10.38**	53.04**	39716.69	561048.00	697297.35
خطای a Error a	24	1.60	8.83	36750.50	37245.17	56769.35
سامانه زراعی Agricultural system	2	63.17**	5.49	6211038.50**	20030195.72**	48129492.80**
Y × S	2	4.16	3.62	37512.91	210450.50	414997.24
R × S	4	11.27**	29.95*	386635.92**	1153327.97**	2821850.21**
Y× R × S	4	5.36	10.68	15494.21	225436.58	315070.82
خطای b Error b	48	2.07	10.29	21767.58	223389.19	300906.4
ضریب تغییرات CV (%)		10.05	3.60	3.33	6.42	4.65

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و اعداد بدون علامت معنی‌دار نمی‌باشند.
*and**: are Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, and unsigned numbers are not significant.

در فریدونکنار نیز تفاوت معنی‌داری بین کشت متداول و کم‌نهاده مشاهده نشد، هر چند در کشت کم‌نهاده عملکرد بالاتری (حدود پنج درصد) حاصل گردید. هم‌چنین سامانه زراعی ارگانیک به‌صورت معنی‌داری عملکرد کم‌تری نسبت به دو سامانه زراعی دیگر (به‌ترتیب حدود ۲۶ و ۳۰ درصد نسبت به کشت متداول و کم‌نهاده) داشت. در مجموع تفاوت محسوسی از نظر عملکرد دانه بین سه منطقه مورد مطالعه مشاهده نشد، ولی بیش‌ترین عملکرد دانه (۴۹۷۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار) در سامانه زراعی کم‌نهاده و در منطقه فریدونکنار به‌دست آمد (جدول ۳). خلاء عملکرد بین سامانه‌های زراعی متداول و ارگانیک براساس نوع محصول و منطقه و نیز باتوجه به چالش‌های موجود در نگهداری مواد مغذی موجود در سیستم‌های آلی در بخش کشاورزی، مزرعه و سطح منطقه متفاوت است، ولی متوسط آن در سامانه‌های زراعی سطح بالا می‌تواند بیش از ۲۰ درصد باشد (De Ponti et al., 2012). اختلاف عملکرد بین سامانه زراعی ارگانیک و متداول در شرایطی که سامانه زراعی متداول دارای عملکرد بالایی باشد، افزایش می‌یابد (De Ponti et al., 2012). در آزمایش حاضر، اختلاف عملکرد بین سامانه زراعی ارگانیک و متداول در سه منطقه آمل، بابل و فریدونکنار به‌ترتیب ۱۵، ۲۳ و ۲۶ درصد بود (جدول ۳).

از سوی دیگر، در سامانه‌های زراعی که نهاده‌های زیستی و شیمیایی به‌صورت تلفیقی استفاده می‌شوند، کود دامی با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کودهای زیستی از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و فراهم‌سازی سایر عناصر غذایی، همراه با مصرف کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد دانه برنج می‌گردند. چرا که کودهای دامی و زیستی، عناصر غذایی را به‌تدریج آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهند و از طرفی، کودهای شیمیایی به‌ویژه کود نیتروژنه نیز در مراحل مختلف رشد گیاه استفاده می‌گردد، بنابراین، می‌تواند در تمام طول دوره رشد از این عناصر استفاده نماید که در نهایت، سبب بهبود عملکرد دانه می‌گردد (Moslehi et al., 2016).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و سامانه‌های زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم (طارم هاشمی)

Table 3- Mean comparisons of the interaction effect of region and agricultural systems on yield and yield components of rice variety (Tarom Hashemi)

منطقه/سامانه زراعی Agricultural system/Region	تعداد پنجه در بوته Number of tillers per plant	درصد دانه پر Percentage of filled grain	عملکرد دانه Grain yield (Kg.ha^{-1})	عملکرد کاه و کلش Straw yield (Kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (Kg.ha^{-1})
آمل Amol					
متداول Conventional	13.77^{bc}	89.57^{ab}	4734.00^{ab}	8442.83^{ab}	13176.83^{ab}
کم‌نهاده Low- input	14.95^{b}	90.90^{a}	4505.83^{b}	7441.83^{c}	11947.67^{c}
ارگانیک Organic	12.20^{d}	92.39^{a}	4015.00^{c}	6712.50^{de}	10727.50^{d}
بابل Babol					
متداول Conventional	14.80^{b}	90.95^{a}	4880.67^{a}	7746.00^{bc}	12626.33^{bc}
کم‌نهاده Low- input	14.90^{b}	89.11^{ab}	4740.00^{ab}	7205.00^{cd}	11975.00^{c}
ارگانیک Organic	13.60^{bcd}	88.77^{ab}	3751.67^{cd}	5733.17^{f}	9484.83^{e}
فریدونکنار FereydunKenar					
متداول Conventional	13.80^{bc}	85.99^{b}	4742.50^{ab}	8389.50^{ab}	13132.00^{ab}
کم‌نهاده Low- input	17.70^{a}	88.81^{ab}	4978.33^{a}	8532.33^{a}	13510.67^{a}
ارگانیک Organic	13.10^{cd}	85.51^{b}	3488.00^{d}	6087.33^{ef}	9575.33^{e}

*در هرستون حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

*In the each column letters indicate not significant at 0.05 probability levels.

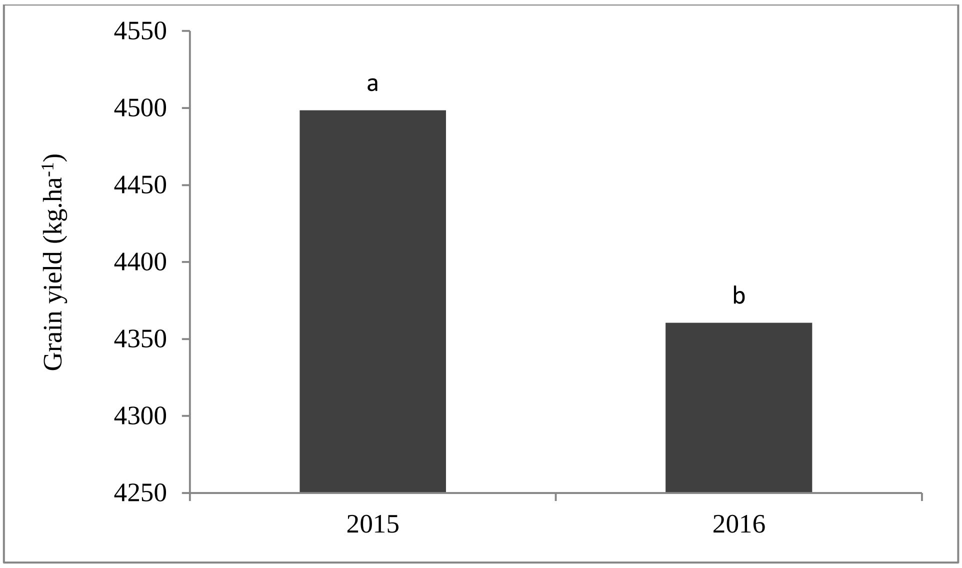
با این حال در کشت ارگانیک با توجه به اینکه از هیچ نوع کود شیمیایی استفاده نمی‌شود بنابراین رسیدن به عملکرد مناسب نیاز به مدت زمان بیش‌تری دارد. کاهش ۲۰-۳۰ درصدی عملکرد گیاهان زراعی در کشت ارگانیک نسبت به کشت متداول توسط راجندراپراساد (Rajendraprasad, 2006) نیز گزارش شده است. شارما و سینگ (Sharma & Singh, 2004) بیان داشتند که عملکرد گیاهان زراعی طی دوره اولیه انتقال از کشاورزی متداول به کشاورزی ارگانیک کاهش و در ادامه و پس از دو تا سه سال بهبود می‌یابد.

براساس نتایج آزمایش، در سامانه زراعی کم‌نهاده نیز میزان عملکرد نسبت به کشت متداول کاهش داشت، ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). کاهش عملکرد برنج در شرایط جایگزینی ۵۰ درصد کودهای شیمیایی آن با کودهای ارگانیک (سامانه زراعی کم‌نهاده) توسط یاداو و همکاران (Yadav et al., 2000) گزارش شده است که نتایج این آزمایش با نتایج ایشان مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک و کاه و کلش نیز شرایطی مشابه عملکرد دانه داشت. به‌طوری‌که در منطقه آمل و بابل کشت متداول و در منطقه فریدونکنار کشت کم‌نهاده بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک و کاه و کلش را به خود اختصاص داد. کم‌ترین میزان کاه و کلش و عملکرد بیولوژیک نیز در هر سه منطقه در کشت ارگانیک حاصل شد که همواره نسبت به دو سامانه زراعی دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد در شرایطی که نیتروژن در اختیار گیاه باشد، فعالیت‌های فتوسنتزی افزایش یافته و عملکرد بیولوژیک به‌واسطه رشد رویشی (همچون ارتفاع بوته بالاتر، سطح برگ و

پنجه‌زنی بیش‌تر) و زایشی (عملکرد دانه بالا) افزایش می‌یابد. مصلحی و همکاران (Moslehi et al., 2016) در بررسی اثر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر صفات مورفوفیزیولوژیکی برنج گزارش کردند که غلظت بالاتر نیتروژن کاه در تیمارهایی که کود شیمیایی نیتروژن دریافت کردند، به‌دلیل افزایش فتوسنتز و رشد اندام هوایی گیاه، نهایتاً منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک گردیده است. در پژوهش حاضر نیز در سامانه زراعی متداول که کودهای شیمیایی و به‌ویژه کود نیتروژن به‌صورت شیمیایی و در مقادیر بالا در اختیار گیاه قرار گرفت.

براساس نتایج ارائه شده در شکل ۱، در سال اول آزمایش (سال ۱۳۹۴) میانگین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف آزمایش به‌میزان ۴۴۹۸/۶۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به سال دوم (سال ۱۳۹۵) حدود سه درصد بالاتر بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سال بر عملکرد دانه برنج (رقم طارم هاشمی)

Fig. 1- Mean comparisons of the effect of year on grain yield of rice (Tarom Hashemi variety)

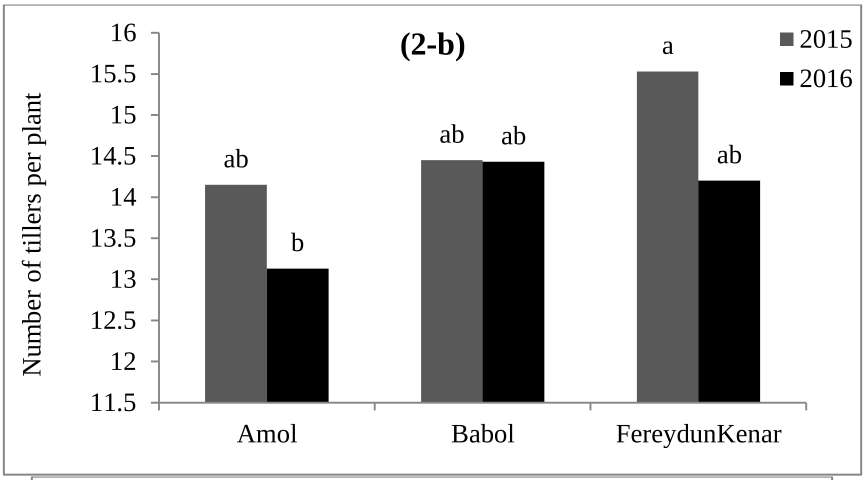
حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

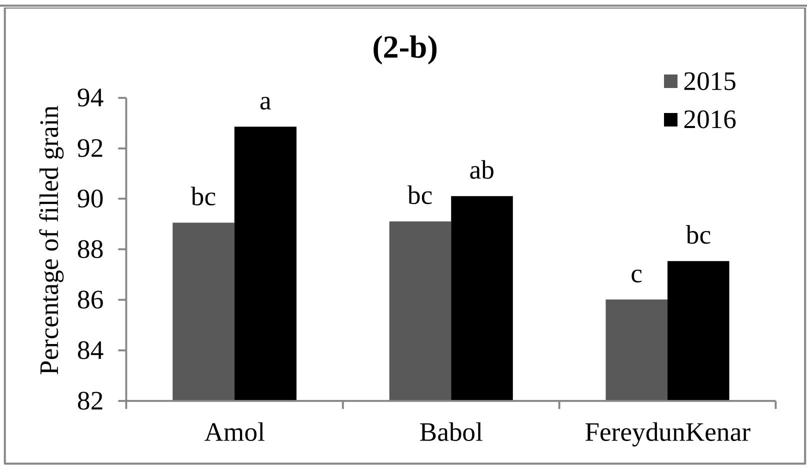
Similar letters indicate not significant at 0.05 probability levels.

در سال اول بیش‌ترین تعداد پنجه در منطقه فریدونکنار به‌دست آمد که نسبت به دو منطقه دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت. هم‌چنین در سال دوم آزمایش نیز در بابل و فریدونکنار بوته‌های برنج طارم تعداد پنجه بیش‌تری نسبت به منطقه آمل داشتند (شکل 2-a). درصد دانه‌های پر تحت تأثیر شرایط اقلیمی منطقه قرار گرفت، به‌طوری‌که در سال اول آزمایش درصد دانه‌های پر در آمل و بابل بیش‌تر از فریدونکنار بود، ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در سال دوم آزمایش نیز چنین شرایطی وجود داشته و برنج کشت شده در مناطق آمل و بابل درصد دانه‌های پر بیش‌تری (به‌ترتیب حدود شش و سه درصد) نسبت به فریدونکنار داشت که این اختلاف در مورد آمل از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل 2-b). درصد دانه پر با تعداد پنجه در بوته رابطه عکس نشان داد. در سال اول آزمایش تعداد پنجه در بوته در فریدون‌کنار بیش‌تر از آمل و بابل بود، ولی درصد دانه پر کم‌ترین مقدار را در فریدونکنار داشت. این نتیجه می‌تواند به‌دلیل افزایش تعداد مخزن در گیاه (تعداد خوشه) و در نتیجه کاهش توانایی گیاه در پر کردن دانه‌ها باشد. این نتایج با نتایج آذرپور و همکاران (Azarpour et al., 2011) مطابقت دارد.

تجزیه و تحلیل میانگین مربعات خصوصیات کیفی شیمیایی برنج (جدول ۴) نشان داد که اثر اصلی سال در درصد پروتئین و دمای ژلاتینه شدن و اثر اصلی منطقه و هم‌چنین برهمکنش سال و منطقه در درصد پروتئین (P<۰/۰۱) معنی‌دار بود. در بین سامانه‌های زراعی مختلف نیز از نظر هر سه خصوصیت کیفی شیمیایی اندازه‌گیری شده شامل درصد آمیلوز (P<۰/۰۵)، درصد پروتئین و دمای ژلاتینه شدن (P<۰/۰۱) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. برهم‌کنش سامانه زراعی با

سال نیز بر درصد آمیلوز و درصد پروتئین (P<۰/۰۱) اثر معنی‌داری داشت. برهم‌کنش سامانه زراعی در منطقه و هم‌چنین برهمکنش سه‌گانه نظام کشت، سال و منطقه در هیچ یک از صفات مذکور معنی‌دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهم‌کنش سال و سامانه‌های مختلف زراعی (جدول ۵) نشان داد که در سال اول آزمایش از نظر درصد آمیلوز تفاوت معنی‌داری بین نظام‌های کشت مختلف وجود نداشت، ولی در سال دوم آزمایش دانه‌های برنج به‌دست آمده از سامانه زراعی کم‌نهاده و ارگانیک به‌ترتیب با درصد آمیلوز ۲۰/۴۰ و ۲۰/۸۰ درصد نسبت به سامانه زراعی متداول (با درصد آمیلوز ۲۱/۱۸ درصد) دارای درصد آمیلوز کم‌تری بودند که از نظر آماری سامانه زراعی ارگانیک اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی سامانه زراعی کم‌نهاده کاهش معنی‌داری نسبت به سامانه زراعی متداول نشان داد. محتوی آمیلوز به‌عنوان مهم‌ترین عامل در کیفیت خوراکی برنج، یک شاخص برای انبساط حجم و جذب آب طی پخت است و همبستگی بالایی با سختی، سفیدی و ماندگاری برنج پخته دارد (Rosniyana et al., 2010). میزان آمیلوز در دانه برنج درجه نرمی یا سفتی دانه را بعد از پخت مشخص می‌کند. در آزمایش حاضر، دامنه تغییرات در سه سامانه زراعی از ۲۰/۴۰ تا ۲۱/۱۸ درصد بود. در پژوهش پنج ساله‌ای که توسط سورخا و همکاران (Surekha et al., 2013) انجام شد نیز تفاوت معنی‌داری از نظر درصد آمیلوز و پروتئین بین سامانه‌های زراعی ارگانیک و متداول مشاهده نشد. با این وجود، در آزمایش قریب و همکاران (Gharib et al., 2016) مشخص شد که افزایش استفاده از کمپوست به‌صورت معنی‌داری میزان آمیلوز دانه را افزایش داد.





شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات سال و منطقه بر تعداد پنجه در بوته و درصد دانه پر برنج (رقم طارم هاشمی)

Fig. 2- Mean comparisons of the effects of year and region on tiller number per plant and percentage of filled grain of rice (Tarom Hashemi variety)

حروف مشابه در هر شکل نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Similar letters in each figure indicate not significant at 0.05 probability levels.

جدول ٤- میانگین مربعات اثر سال، منطقه و سیستم زراعی بر خصوصیات کیفی شیمیایی برنج (رقم طارم هاشمی)

Table 4- Mean of squares for the effects of year, region and agricultural system on qualitative chemical characteristics of rice (Tarom Hashemi variety)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد آمیلوز Amylose percentage	درصد پروتئین Protein percentage	دمای ژلاتینه شدن Gelatinization temperature
سال Year	1	0.21	46.20**	0.78**
منطقه Region	2	0.07	0.35**	0.001
Y× R	2	0.01	0.38**	0.09
خطای a Error a	24	0.10	0.05	0.03
سامانه زراعی Agricultural system	2	0.59*	7.25**	0.27**
Y × S	2	0.80**	0.68**	0.01
R × S	4	0.02	0.06	0.08
Y× R × S	4	0.04	0.08	0.05
خطای b Error b	48	0.13	0.03	0.03
ضریب تغییرات CV (%)		1.72	3.95	4.68

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و اعداد بدون علامت معنی‌دار نمی‌باشند.

*and**: are Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, and unsigned numbers are not significant.

از آن‌جا که زنجیرهای طویل آمیلوز عمده‌ترین کربوهیدرات موجود در برنج هستند ارتباط منفی آشکاری بین درصد نیتروژن و درصد کربوهیدرات یافت می‌شود و در نتیجه استفاده از کود نیتروژن محتوای آمیلوز کمی کاهش می‌یابد (Rosniyana et al., 2010) این مسئله بیش‌ترین تأثیر خود را بر کیفیت پخت می‌گذارد، زیرا میزان آمیلوز که در داخلی‌ترین لایه‌های آندوسپرم است، در نهایت، مهم‌ترین عامل اندازه‌گیری حساسیت دانه‌های برنج به ضربه و پخت مجدد است (DongMing et al., 2007). با این‌حال، نتایج آزمایش حاضر چنین موضعی را تأیید نمی‌کند چرا که بیش‌ترین درصد آمیلوز و بیش‌ترین درصد پروتئین در سال اول آزمایش به‌دست آمد و در سال دوم هر دو صفت مذکور نسبتاً کاهش یافتند (جدول ۵).

درصد پروتئین دانه در هر دو سال آزمایش در بین سه سامانه زراعی مورد بررسی متفاوت بود، به‌طوری‌که در هر دو سال، سامانه زراعی متداول به‌ترتیب با ۶/۲۷ و ۴/۰۱ درصد دارای بیش‌ترین پروتئین دانه بود که سامانه زراعی کم‌نهاده به‌ترتیب با ۵/۴۰ و ۳/۵۹ درصد و سامانه زراعی ارگانیک به‌ترتیب با ۴/۶۱ و ۳/۱۳ درصد میزان پروتئین کم‌تری داشتند که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (جدول ۵). میزان پروتئین در هر سه سامانه زراعی، در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول آن کاهش محسوسی نشان داد، به‌طوری‌که این کاهش در سامانه‌های زراعی ارگانیک، کم‌نهاده و متداول به‌ترتیب حدود ۳۲، ۳۴ و ۳۶ درصد بود (جدول ۵). کاهش میزان پروتئین در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول می‌تواند به‌دلیل تغییرات دمایی در دو سال آزمایش باشد، چرا که در سال دوم آزمایش و در طی ماه‌های خرداد، تیر و مرداد که مصادف با دوره پر شدن دانه نیز می‌باشد، دمای هوا نسبت به سال اول کاهش یافته است. فتحی و همکاران (Fathi et al., 2017) دریافتند که میزان پروتئین دانه برنج با میانگین دمای هوا در دوره پر شدن دانه رابطه مثبت دارد. بنابراین، کاهش دمای هوا در دوره پر شدن دانه کاهش پروتئین را در پی خواهد داشت. ارتباط مستقیم بین مقدار کودهای نیتروژن‌دار و پروتئین نهایی برنج می‌تواند متأثر از افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن بیش‌تر برای متابولیسم پروتئین بیش‌تر باشد و دلیل این همبستگی مثبت را می‌توان بین فعالیت آنزیم‌های سازنده پروتئین و میزان نیتروژن دریافتی دانست (Salem, 2006). در آزمایش سورخا و همکاران (Surekha et al., 2013) مشخص شد که میزان نیتروژن و پروتئین دانه در سامانه زراعی ارگانیک نسبت به کشت متداول بالاتر بود، در حالی‌که نتایج آزمایش حاضر با نتایج ایشان متفاوت بود، چرا که در هر دو سال مورد

بررسی درصد پروتئین دانه در سامانه زراعی متداول بالاتر از دو سامانه زراعی دیگر بود (جدول ۵) که دلیل این مسئله را می‌توان بـا اسـتفاده مستقیم و مقادیر بالای کود نیتروژنه شیمیایی مرتبط دانست.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و سامانه‌های زراعی بر درصد آمیلوز و پروتئین دانه برنج (رقم طارم هاشمی)

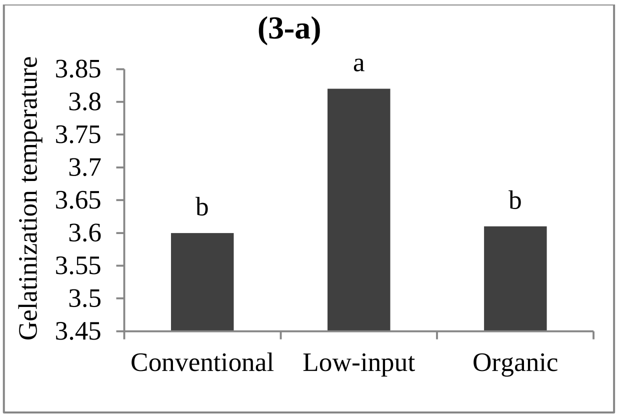
Table 5- Mean comparisons of the interaction effect of year and agricultural systems on amylose and protein percentage of rice (Tarom Hashemi variety)

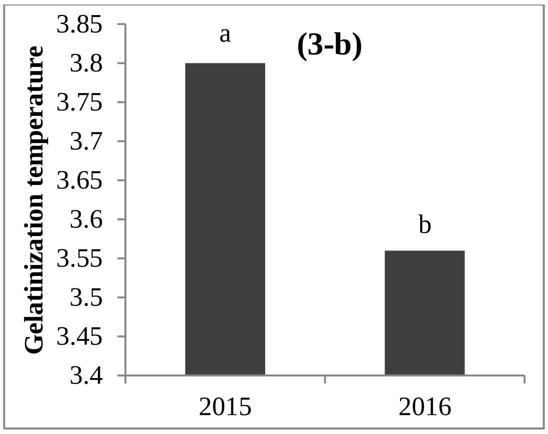
سال/سامانه زراعی Agricultural system/year	درصد آمیلوز Amylose percentage			درصد پروتئین Protein percentage		
	2015	2016	درصد تغییر Change percentage	2015	2016	درصد تغییر Change percentage
متداول Conventional	20.86[ab*]	21.18[a]	-1.53	6.27[a]	4.01[d]	-36.04
کم‌نهاده Low- input	20.92[ab]	20.40[b]	-2.48	5.40[b]	3.59[e]	-33.51
ارگانیک Organic	20.97[ab]	20.80[ab]	-0.81	4.61[c]	3.13[f]	-32.10

*در هرستون حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

*In the each column letters indicate not significant at 0.05 probability levels.

میزان دمای ژلاتینه شدن در نظام‌های کشت ارگانیک، کم‌نهاده و متداول به‌ترتیب ۳/۶۱، ۳/۸۲ و ۳/۶۰ به‌دست آمد کـه بیـانگر دمـای ژلاتینه شدن بالاتر دانه در کشت کم‌نهاده نسبت به دو سامانه زراعی دیگر بود، به‌طوری‌که نسبت به کشت ارگانیـک و متـداول بـه‌ترتیـب ۵/۸۲ و ۶/۱۱ درصد افزایش نشان داد، ولـی تفـاوت معنـی‌داری بـین کشت ارگانیک و متداول مشاهده نشد (شـکل 3-a). بـین سـال‌هـای آزمایش نیز از نظر دمای ژلاتینه شدن تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری‌که در سال دوم آزمایش دمای لازم برای ژلاتینه شدن نسبت به سال اول کم‌تر بود (شکل 3-b). شرایط دمایی ازجمله درجه حرارت در طول تشکیل دانه بر دمای ژلاتینـه شـدن اثـر مـی‌گـذارد. دمـای محیطی بالا در طول رسیدن دانه‌هـا باعـث تولیـد نشاسـته بـا دمـای ژلاتینه شدن بالا می‌شود (Champagne, 1990).





شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات سامانه‌های زراعی و سال بر دمای ژلاتینه شدن برنج (رقم طارم هاشمی)

Fig. 3- Mean comparisons of the effects of agricultural systems and year on gelatinization temperature of rice (Tarom Hashemi variety)

حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Similar letters indicate not significant at 0.05 probability levels.

جدول ٦– میانگین مربعات اثر سال، منطقه و سامانه زراعی بر خصوصیات کیفی فیزیکی برنج (رقم طارم هاشمی)

Table 7- Mean square of the effects of year, region and agricultural systems on qualitative physical characteristics of rice (Tarom Hashemi variety)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	راندمان تبدیل Conversion efficiency	درصد پوسته Hull percentage	درصد سبوس Bran percentage	درصد سفیدی جرمی White mass percentage	درصد برنج کامل Head rice percentage	درصد برنج خرده Broken rice percentage	نسبت طول دانه پخته به خام The length of cooked to raw seed ratio
سال Year	1	28.34^{**}	8.55^{**}	10.81^{**}	28.12^{**}	15.69^{**}	15.45^{**}	0.695^{**}
منطقه Region	2	0.22	0.26^{**}	0.09	0.20	0.42	0.14	0.009
Y× R	2	0.03	0.05	0.13	0.33	1.35	0.01	0.005
خطای a Error a	24	0.39	0.10	0.13	4.17	1.11	0.07	0.003
سامانه زراعی Agricultural system	2	30.84^{**}	19.53^{**}	0.78^{**}	1.97	5.56^{**}	14.39^{**}	0.032^{**}
Y × S	2	10.69^{**}	7.39^{**}	0.99^{**}	2.39^{**}	0.33	3.23^{**}	0.0002
R × S	4	0.05	0.02	0.07	0.07	1.13	0.09	0.003
Y× R × S	4	0.15	0.08^{**}	0.17	0.19	0.48	0.11	0.003
خطای b Error b	48	0.12	0.02	0.07	0.65	1.09	0.05	0.003
ضریب تغییرات CV (%)		4.50	6.89	2.82	7.97	1.63	5.47	3.11

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و اعداد بدون علامت معنی‌دار نمی‌باشد.

*and**: are Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, and unsigned numbers are not significant.

میانگین مربعات اثر تیمارهـای آزمایشـی بـر خصوصـیات کیفـی فیزیکی برنج شامل راندمان تبدیل، درصد پوسته، سـبوس و سـفیدی جرمی، درصد برنج کامل و برنج خرده و نسبت طویل شدن دانه مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۶). نتایج نشان داد کـه اثـر سـال در تمـام صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار (P<۰/۰۱) شد. هم‌چنین اثر منطقه بر درصد پوسته (P<۰/۰۱) اثـر معنـی‌داری داشـت. تمـام صـفات مـورد بررسی به‌جز درصد سفیدی جرمی و طول دانه قبل از پخت به‌صورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) تحت تأثیر سـامانه‌هـای مختلـف زراعـی قـرار گرفتند. برهم‌کنش سامانه زراعی در سال در صـفات رانـدمان تبـدیل، درصد پوسته، درصد سبوس، درصد سفیدی جرمی و درصد برنج خرده معنی‌دار بود. هم‌چنین برهم‌کنش سه‌گانه سامانه‌های زراعـی، سـال و منطقه تنها در صـفت درصـد پوسـته در سـطح احتمـال یـک درصـد معنی‌دار شد.

براساس مقایسه میانگین برهم‌کنش سال و نـوع سـامانه زراعـی (جدول ۷)، راندمان تبـدیل در هـر دو سـال آزمـایش (سـال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) در شرایط کشت ارگانیک به‌صورت معنی‌داری بیش‌تر از کشت کم‌نهاده و متداول بود؛ به‌طوری‌کـه در سـال اول آزمـایش بـه‌ترتیـب ۱/۴۵ و ۵/۴۵ درصد و در سال دوم آزمایش بـه‌ترتیـب ۱/۳۲ و ۱/۹۹ درصد بیش‌تر از سامانه‌های زراعی کم‌نهاده و متداول بود. هم‌چنین در سال اول آزمایش راندمان تبدیل در کشت کم‌نهـاده بـالاتر از کشـت متداول بود. حال آن‌که عکـس ایـن حالـت در صـفت درصـد پوسـته مشاهده شد، به‌طوری‌که در هـر دو سـال آزمـایش درصـد پوسـته در محصول به‌دست آمده از کشت متداول بیش‌تـر از کشـت ارگانیـک و کم‌نهاده بود (جدول ۷). درصد سبوس در سال اول آزمایش در سامانه زراعی ارگانیک نسبت به دو سامانه زراعی دیگـر کـاهش معنـی‌داری (به‌ترتیب با ۶/۵۲ و ۸/۰۶ درصد نسبت به کشت کم‌نهـاده و متـداول) نشان داد، ولی در سال دوم آزمایش تفاوت محسوسی بین سه سـامانه زراعی مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۷). درصد سفیدی جرمـی در سال اول آزمایش در کشت ارگانیک بالاتر از کشت کم‌نهاده و کشـت متداول بود هرچند تفاوت آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مجموع در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول افزایش معنی‌داری در درصـد سفیدی جرمی مشاهده شد (جدول ۷). در نظـام‌هـای مختلـف کشـت برنج، نوع مدیریت نیتروژن مورد نیاز گیاه یکی از موارد مؤثر بر صفات کیفی و به‌ویژه راندمان تبدیل می‌باشد. فرجی و همکاران (Faraji et al., 2012) در آزمایشی اثر معنـی‌دار مـدیریت نیتـروژن بـر رانـدمان تبدیل دانه را گزارش نمودند و بیان داشتند که کم‌ترین راندمان تبدیل در شرایط عدم استفاده از کود نیتروژن حاصل گردید و افزایش هفـت درصدی راندمان تبدیل را در اثر تقسیط کود نیتروژن مطـابق بـا نیـاز گیاه گزارش نمودند. وقتی نیتروژن به‌صورت تقسیط شده و به‌خصوص در مرحله آبستنی در در دسترس گیاه قرار می‌گیـرد تـأثیر بهتـری بـر کیفیت دانه بـرنج دارد. چـرا کـه در ایـن حالـت بـا افـزایش فعالیـت فیزیولوژیکی دانه و به تأخیر افتادن پیری برگ‌ها و هم‌چنین افـزایش فتوسنتز و سرعت بخشیدن به انتقال مواد فتوسنتزی به‌سمت دانـه‌هـا شده و در نهایت کیفیت تبدیل دانه را بهبود مـی‌بخشـد (Mo et al., 2004). بنابراین، با توجه به اینکه در سامانه زراعی ارگانیک نیتـروژن به‌صورت کود آلی در اختیار گیاه قرار گرفته و به‌تدریج آزاد مـی‌گـردد باعث می‌شود که در مراحل آبستنی و پر شدن دانه نیـز نیتـروژن بـه میزان مناسبی در دسترس گیاه بوده و کیفیت دانه افزایش یابد.

در هر دو سال آزمایش کم‌ترین درصد برنج خـرده (بـه‌ترتیـب بـا ۴/۰ و ۲/۱۴ درصـد) از کشـت ارگانیـک بـه‌دسـت آمـد کـه کـاهش معنی‌داری نسبت به دو سامانه زراعی دیگر نشان داد. به‌طوری‌کـه در سال اول آزمایش نسبت به سامانه زراعی کم‌نهاده و متداول به‌ترتیـب ۱۳/۹۸ و ۲۳/۹۵ درصد و در سال دوم آزمایش به‌ترتیـب بـا ۵۲/۱۳ و ۴۷/۸۰ درصد برنج خرده کم‌تری تولید شد. بـیش‌تـرین درصـد بـرنج خرده نیز در سال اول آزمایش و در سامانه زراعـی متـداول بـه‌میـزان ۵/۲۶ درصد به‌دست آمد که با کشت کم‌نهاده نیز اختلاف معنـی‌داری داشت (جدول ۷). این نتایج با نتایج آذرپور و همکاران (Azarpour et al., 2011) مطابقـت داشـت. ایشـان در مقایسـه منـابع ارگانیـک و غیرارگانیک تغذیه‌ای برای برنج دریافتند که درصد بـرنج شکسـته در شرایط استفاده از منابع تغذیه‌ای ارگانیک نسبت به شرایط اسـتفاده از کودهای معدنی (به‌صورت متداول) یا حتی نسبت به شرایط استفاده از کودهای معدنی در حد توصیه شده، کاهش محسوسی نشان داد. نتایج این آزمایش در این مورد با نتایج روزنیانا و همکاران (Rosniyana et al., 2010) متفاوت بود چرا که در مطالعه ایشان درصد برنج شکسـته دانه‌های آسیب‌دیده در سامانه زراعی ارگانیـک بـه‌مراتـب بـیش‌تـر از سامانه زراعی غیرارگانیک بود. درصد برنج شکسـته مـی‌توانـد تحـت تأثیر میزان نیتروژن قـرار گیـرد، بـه‌طـوری‌کـه در آزمـایش قریـب و همکاران (Gharib et al., 2016) افزایش کود نیتـروژن از صـفر تـا

۱۶۵ کیلوگرم در هکتار درصد برنج‌های شکسته را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد و بیش‌ترین درصد برنج شکسته در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد. هم‌چنین میزان کمپوست نیز به‌صورت معنی‌داری میزان برنج شکسته را تحت تأثیر قرار داد و کم‌ترین درصد برنج شکسته در شرایط مصرف کمپوست هفت تن در هکتار به‌دست آمد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و سامانه‌های زراعی بر برخی خصوصیات کیفی فیزیکی برنج (رقم طارم هاشمی)

Table 7- Mean comparisons of the interaction effect of year and agricultural systems on some of the qualitative physical characteristics of rice (Tarom Hashemi variety)

سال/ سامانه زراعی Agricultural system/year	راندمان تبدیل Conversion efficiency	درصد پوسته Hull percentage	درصد سبوس Bran percentage	درصد سفیدی جرمی White mass percentage	درصد برنج خرده Broken rice percentage
2015					
متداول Conventional	68.05[b*]	22.47[d]	9.47[b]	87.78[ab]	4.00[d]
کم‌نهاده Low- input	67.08[c]	22.61[cd]	10.13[a]	86.72[b]	4.65[b]
ارگانیک Organic	64.53[d]	25.00[a]	10.30[a]	86.72[b]	5.26[a]
2016					
متداول Conventional	69.05[a]	21.86[e]	9.08[bc]	88.40[a]	2.14[e]
کم‌نهاده Low- input	68.15[b]	22.73[c]	9.12[bc]	88.42[a]	4.47[bc]
ارگانیک Organic	67.70[b]	23.13[b]	9.00[c]	88.48[a]	4.10[cd]

*در هرستون حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

*In the each column letters indicate not significant at 0.05 probability levels.

درصد برنج کامل، طول دانه قبل و پس از پخت و هم‌چنین نسبت طویل شدن دانه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول آن افزایش محسوسی نشان داده و به‌ترتیب حدود ۱/۷۰، ۳/۲۳، ۹/۲۹ و ۱۳/۷۱ درصد افزایش یافت (جدول ۸). درصد برنج کامل در محصول به‌دست آمده از کشت ارگانیک به‌ترتیب ۱/۰۰ و ۱/۷۵ درصد بالاتر از کشت کم‌نهاده و متداول بود. کشت ارگانیک از نظر درصد برنج کامل با کشت کم‌نهاده در یک سطح آماری قرار گرفت ولی با کشت متداول اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۸). همان‌طور که بیان شد نتایج این آزمایش در مورد درصد برنج شکسته و کامل با نتایج روزنیانا و همکاران (Rosniyana et al., 2010) مطابقت نداشت، چرا که نتایج آزمایش ایشان حاکی بالاتر بودن درصد برنج کامل در شرایط کشت متداول بود ولی نتایج به‌دست آمده در این آزمایش در مطابقت با نتایج آذرپور و همکاران (Azarpour et al., 2011) بود، به‌طوری‌که ایشان نیز مقادیر بالاتر برنج کامل و مقادیر پایین‌تر برنج شکسته را در شرایط استفاده از منابع ارگانیک نیتروژن نسبت به کشت متداول گزارش نمودند. از سوی دیگر نسبت طول دانه پخته به خام در برنج تولید شده در کشت ارگانیک به‌صورت معنی‌داری بیش‌تر از کشت کم‌نهاده و متداول بوده و به‌ترتیب اختلاف ۴/۶۴ و ۴/۱۲ درصدی نسبت به آن‌ها نشان داد (جدول ۸). در آزمایش سانگیتا و همکاران (Sangeetha et al., 2013) طول و عرض دانه قبل از پخت در شرایط کشت ارگانیک در مقایسه با کشت متداول بیش‌تر بود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که به‌جز فریدونکنار در دو منطقه دیگر آزمایش، سامانه زراعی متداول نسبت به کشت کم‌نهاده و ارگانیک عملکرد دانه بیش‌تری به دنبال داشت هر چند بیش‌ترین عملکرد دانه و بیولوژیکی گیاه در منطقه فریدونکنار و در کشت کم‌نهاده به‌دست آمد، از طرفی

در دو منطقه دیگر نیز تفاوت معنی‌داری بین کشت متداول و کشت کم‌نهاده مشاهده نشد، بنابراین از نظر کمیت تولید دانه می‌توان سامانه زراعی کم‌نهاده را به‌عنوان سامانه زراعی مناسب توصیه نمود.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات سال و سامانه‌های زراعی بر برخی خصوصیات کیفی فیزیکی برنج (رقم طارم هاشمی)

Table 8- Mean comparisons of the effects of year and agricultural systems on some of the qualitative physical characteristics of rice (Tarom Hashemi variety)

تیمار **Treatment**	درصد برنج کامل **Head rice percentage**	نسبت طول دانه پخته به خام **The length of cooked seed ratio to raw**
سال **Year**		
2015	63.58[b*]	2.00[a]
2016	64.66[a]	1.78[b]
سامانه زراعی **Agricultural system**		
متداول Conventional	64.70[a]	1.86[b]
کم‌نهاده Low- input	64.06[ab]	1.85[b]
ارگانیک Organic	63.59[b]	1.94[a]

*در هرستون حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

*In the each column letters indicate not significant at 0.05 probability levels.

از نظر صفات کیفی نیز علی‌رغم درصد بالاتر پروتئین دانه در کشت متداول، بیش‌ترین راندمان تبدیل، درصد برنج کامل و طول دانه پس از پخت و کم‌ترین درصد پوسته، سبوس و برنج خرده در سامانه زراعی ارگانیک و عکس این حالت در کشت متداول حاصل شد. بنابراین از نظر کیفی و به‌ویژه راندمان تبدیل، کشت ارگانیک مناسب‌تر از دو سامانه زراعی دیگر بود، ولی با این‌حال در شرایط فعلی و با در نظر گرفتن کیفیت محصول به‌دست آمده می‌توان سامانه زراعی کم‌نهاده را به‌کشاورزان توصیه نمود ولی در بلندمدت با توجه به مسائل مربوط به سلامت غذایی و زیست‌محیطی سامانه زراعی ارگانیک قابل توصیه خواهد بود. بنابراین، باتوجه به کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و صرفه‌جویی اقتصادی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و در کنار آن عدم کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، می‌توان سامانه زراعی کم‌نهاده را به‌عنوان مناسب‌ترین سامانه زراعی برای نیل به عملکرد اقتصادی مناسب در کوتاه‌مدت توصیه نمود. با این‌حال تصمیم‌گیری در این باره نیازمند مطالعات بیش‌تر و به‌ویژه آزمایش‌های چند ساله می‌باشد.

سپاسگزاری

این مطالعه با همکاری نزدیک مدیریت‌های جهاد کشاورزی شهرستان‌های بابل، آمل و فریدونکنار و هم‌چنین همراهی کشاورزان این مناطق انجام گردید که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th Ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists (1993). Methods of analysis for nutrition labeling, (Sullivan, D.M. and Carpenter D.E., Eds.), (Methods no. 985.29). Washington, DC: AOAC International.

Ashouri, K., Isfahani, M., Abdollahi, S., and Rabiee, B. 2014. The Effect of spraying organic fertilizer supplement on grain yield, yield components and quality characteristics of two rice cultivars. Journal of Cereals Research 3(4): 291-305. (In Persian with English Summary)

Azarpour, A., Amiri, A., Kashani, A., Khodabandeh, N., and Moradi, M. 2011. The effect of different levels of nitrogen

fertilizer on yield and yield components of common rice cultivars in two locations: Rasht and Rudsar. Journal of Crop Production 4(3): 218-209. (In Persian with English Summary)

Champagne, W.E., Marshall, W.E., and Goynes, W.R. 1990. Effects of degree of milling and lipid removal on starch gelatinization in the brown rice kernel. Cereal Chemistry 67(6): 570–574.

De Ponti, T., Rijk, B., and Van Ittersum, M.K. 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agricultural Systems 108: 1-12.

Faraji, F., Isfahani, M., Kavoshi, M., Nahavi, M., and Rabiei, B. 2012. The effect of nitrogen fertilizer on grain yield and rice yield conversion in Khazar. Journal of Agricultural Sciences 13(1): 61-77. (In Persian with English Summary)

Fathi, N., Pirdashti, H., Nasiri, M., and Beneficent, A. 2017. Effect of temperature on grain filling stage on some quality characteristics of rice in Mazandaran conditions. Crop Production Journal 10(2): 141-154. (In Persian with English Summary)

Gharieb A.S., Metwally T.F., Abou-Khadrah S.H., Glela A.A., and El Sabagh, A. 2016. Quality of Rice grain is influenced by organic and inorganic sources of nutrients and antioxidant application. Cercetări Agronomice în Moldova 49(4): 57-68.

Haefele, S.M., Naklang, D., Harnpichitvitaya, S., Jearakongman, E., Skulkhu, P., Romyen, S., Phasopa, S., Tabtim, D., Suriya-arunroj, S., Khunthasuvon, D., Kraisorakul, P., Youngsuk, S.T., and Amarante, L. 2006. Factors affecting rice yield and fertilizer response in rain fed lowlands of northeast Thailand. Field Crops Research 98: 39–51.

Jing, D., and Kaffman, W., 1979. Varietals differences in amylose content of rice starch. Food Chemistry p. 47-48.

Juliano, B.O., and Bechtel, D.B. 1985. The grain and its gross composition. In: Rice Chemistry and Technology. p. 17–57. Los Banos, Laguna, IRRI.

Juliano, B.O. 1985. Criteria & tests for rice grain qualities, Rice Chemistry and Technology, The American Association of Cereal Chemistry, USA .p. 443-524.

Juliano, B.O., Oñate, L.U., and Del Mundo, A.M. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. Philippine Agriculturist 56: 44-47.

Lauren, C., Leithen, P., M'Gonigle, K., Mace, C., Palomino, J., de Valpine, P., and Kremen, C. 2014. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. Proceedings Royal Society 282: 1-7.

Li, Z., Wan, J., Xiao, J., and Yano, M. 2003. Mapping of quantitative trait loci controlling physico-chemical properties of rice grain (*Oryza sativa* L.). Breeding Science 53: 209-215.

Little, R.R.G.B., and Dawson, E.H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chemistry 35: 111-126.

Maleki, A., Bazar, A., Lotfi, J., and Tahmasebi, A. 2010. Effect of azotobacter fertilizer and different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components in three bread wheat cultivars. Journal of Ecophysiology of Crops and Weeds 4(16): 121-132. (In Persian with English Summary)

Mo, Y.W., Wang, Z., Liang, G.B., Qian, S. Q., Chen, G., and Gu, Y.J. 2004. Effects of various nitrogen applications on the quality of the progeny seedlings in rice. Acta Agronomy Science 30(3): 227-231.

Moslehi, N., Nikzad, J., Fallah Amoli, H., and Khairi, N. 2016. The effect of combined application of chemical, organic and biological fertilizers on some morphophysiological characteristics of rice (*Oryza sativa* L.) variety of Tarom Hashemi. Journal of Crop Physiology 8(30): 87-103. (In Persian with English Summary)

Niknejad, Y., and Prophetishti, E. 2011. Comparison of quantitative and qualitative parameters of Ratoun product of three different varieties of rice. Journal of Processing and Producing Food 1 (3): 17-24. (In Persian with English Summary)

Rajendraprasad, A. 2006. Organic farming. Indian Farming 55: 4-6.

Rosniyana, A. 2004. Effect of heat treatment on the physicochemical and cooking properties of rice at different moisture contents. Journal of Tropical Agriculture and Food Science 32(2): 155–162.

Rosniyana, A., Hazila, K.K., Hashifah, M.A., and Shariffah Norin, S.A. 2010. Quality characteristics of organic and inorganic Maswangi rice variety. Journal of Tropical Agriculture and Food Science 38(1):71-79.

SAS Institute, 1996. SAS/STAT User’s Guide, Version 6.12. SAS Institute, Cary, NC.

Salem, A.K.M. 2006. Effect of nitrogen levels, plan spacing and time of farmyard manure application on the productivity of rice. Journal of Applied Sciences Research 2(11): 980-987.

Samonte, S.O.P.B., Wilson, L.T., Medley, J.C., Pinson, S.R.M.C., Clungand, A.M.M., and Lales, J.S. 2006. Nitrogen

utilization efficiency: relationships with grain yield, grain protein, and yield-related traits in rice. Agronomy Journal 98: 168-176.

Sangeetha, S.P., Balakrishnan, A., and Devasenapathy, P. 2013. Influence of organic manures on yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) and black gram (*Vigna mungo* L.) in rice-black gram cropping sequence. American Journal of Plant Science 4: 1151-1157.

Saydi, Z., Fateh, E., and Aynehband, A. 2017. Effect of different sources of nitrogen and organic fertilizers on yield and yield components of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.). Journal of Agroecology 9(1): 115-128. (In Persian with English Summary)

Sharma, P.D., and Singh, M. 2004. Problems and prospects of organic farming. Bulletin of the Indian Society of Soil Science 22: 14-41.

Srivastava, P., Srivastava, P.C., Singh, U.S., and Shrivastava, M. 2009. Effect of integrated and balanced nutrient application on soil fertility, yield and quality of Basmati rice. Shrivastava archives agronomy. Soil Science 55(3): 265-284.

Surekha K., Jhansilakshmi, V., Somasekhar, N., Latha, P.C., Kumar, R.M., Shobha Rani, N., Rao K.V., and Viraktamath, B.C. 2010. Status of organic farming and research experiences in rice. Journal of Rice Research 3(1): 23-35.

Surekha, K., Rao, K.V., Shobha Rani, N., Latha, P.C., and Kumar, R.M. 2013. Evaluation of organic and conventional rice production systems for their productivity, profitability, grain quality and soil health. Agrotechnology 11: 2-6.

Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., and Jaggard, K. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emission in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. Agricultural System 85: 101-119.

Yadav, R.L., Dwivedi, B.S., Kamta Prasad., Tomar, O.K., Shurpali, N.J., and Pandey, P.S. 2000. Yield trends and changes in soil organic-C and available NPK in a long-term rice-wheat system under integrated use of manures and fertilizers. Field Crops Research 68: 219-46.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1151-1168

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص ۱۱۶۸-۱۱۵۱

Evaluation of Quantitative and Qualitative Characteristics of Rice (*Oryza sativa* L.) (cv. Tarom Hashemi) in Conventional, Low- Input and Organic Farming Systems in Mazandaran Province

R. Erfani[1*], H. Pirdashti[2], R. Abbasi[3] and M.Z. Noori[4]
Submitted: 04-04-2018
Accepted: 01-09-2018

Erfani, R., Pirdashti, H., Abbasi, R., and Noori, M.Z. 2019. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of rice (*Oryza sativa* L.) (cv. Tarom Hashemi) in conventional, low- input and organic farming systems in Mazandaran province. Journal of Agroecology. 11(3): 1151-1168.

Introduction

Rice (*Oryza sativa* L.) is the second most important cereal in the world after wheat. Chemical inputs including fertilizers and pesticides are applied to paddy lands to enhance yield and control pests and diseases. Although, this crop has been cultivated organically in some parts of the world. Despite a lot of research, policy and public attention, only a small portion of the total agricultural land has been dedicated to organic farming. Due to the destructive effects of conventional agriculture on the environment through the excessive use of chemical inputs, switching to sustainable agriculture is increasing day by day. One of the pillars of sustainable agriculture is the use of organic fertilizers in agro-ecosystems with the aim of eliminating the use of chemical fertilizers. Organic rice cultivation is emerging as a sustainable alternative in Mazandaran province which has numerous capabilities to transit from conventional to organic agriculture. The present study, therefore, was designed to evaluate the quantitative and quality characteristics of rice in three conventional, low-input and organic agricultural systems in Mazandaran Province.

Materials and Methods

The present study was conducted during 2015 and 2016 cropping seasons in three different regions of Mazandaran province (Babol, Fereydounkenar and Amol cities). For organic, low-input and conventional agricultural systems, three, four and six fields were selected in these cities, respectively. Selected fields had been under the same agricultural system for at least the last three years. In organic agricultural systems, standard poultry manure and biofertilizers including *Azotobacter* and Barvar2 were used. Also, *Trichogramma* bee, sex pheromones, fungicides, and biological insecticides were applied to control the common pests and diseases. Furthermore, the weeds were controlled manually. In the low-input system, minimum amounts of external inputs such as chemical fertilizers and pesticides were applied as compared to the conventional system. At the beginning of the growing season, the farmers were justified to apply all agronomic operations from the seedbed preparation to harvest in accordance with recommendations of the Rice Research Institute of Iran. Agronomic characteristics and physical quality properties including grain yield, conversion efficiency, hull percentage, head rice percentage and chemical properties including protein content, amylose percentage, and gelatinization temperature were determined. Data were subjected to analysis of variance and mean comparison by SAS 9.4 statistical software.

1- Former Ph.D. Student, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, and Assistant Professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran, Amol, Iran
2 and 3- Professor and Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, respectively.
4- Assistant Professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran, Amol, Iran
(*- Corresponding author Email: r_erfani2002@yahoo.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.71872

Results and Discussion

The results showed that in two regions of Babol and Amol, the conventional and low-input systems had more grain yield than an organic system. Among three regions, the highest grain (4978.33 $kg.ha^{-1}$) and biological (8532.33 $kg.ha^{-1}$) yields were obtained in the Fereydounkenar region in the low-input system. Those yields were 4.73 and 2.80 percent, and 29.99 and 29.12 percent more than the conventional and organic systems, respectively. In terms of grain quality characteristics, despite higher percentage of protein content in 2015 and 2016 (6.27 and 1.04) in conventional culture, the maximum conversion efficiency (68.05 and 69.05) and complete rice percentage (64.70), seed length after baking (13.46), the least husk percentage (22.47 and 21.86), bran (9.47 and 9.08) and broken rice (4.00 and 2.14) were recorded in organic farming system.

Conclusion

In conclusion, low-input sustainable farming would be more appropriate because of its greater yield and less consumption of chemical inputs, which reduces expenses while increasing sales income. In terms of the quality, particularly conversion efficiency, however, organic farming was better than the other two systems. In general, in the present conditions, it is important to consider not only the grain yield but also the yield quality. Accordingly, low-input agricultural system could be recommended to the farmers, but in the long run, the organic agricultural system will be advisable to meet both food safety and environmental health. However, the decision, in this case, requires further studies and perennial experiments.

Keywords: Amylose, Biological fertilizer, Chemical fertilizer, Conversion efficiency